

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ВИКОНАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ,
ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ ТА
ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ
З ДИСЦИПЛІНИ

ПРОЕКТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА
ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

*(для студентів 4 курсу всіх форм навчання
напрямку підготовки 6.050702 «Електромеханіка» спеціальності
«Електричні системи і комплекси транспортних засобів»)*

Харків
ХНАМГ
2012

Методичні вказівки до виконання самостійної роботи студентів, практичних занять та виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Проектування та розробка електрообладнання транспортних засобів» (для студентів 4 курсу всіх форм навчання напряму підготовки 6.050702 «Електромеханіка» спеціальності «Електричні системи і комплекси транспортних засобів») / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; В. П. Андрійченко, С. О. Закурдай. – Х.: ХНАМГ, 2012. – 23 с.

Укладачі: В. П. Андрійченко,
С. О. Закурдай

Рецензент: к.т.н. В. М. Фатєєв

Методичні вказівки побудовані за вимогами кредитно-модульної системи організації навчального процесу.

Затверджено на засіданні кафедри електричного транспорту,
протокол № 9 від 29 березня 2011 р.

ЗМІСТ

Стор.

ВСТУП	4
1. ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ	5
2. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИВЧЕННЯ РОЗДІЛІВ	6
3. ЗАВДАННЯ ДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ	11
4. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ	13
5. ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ	18
СПИСОК ДЖЕРЕЛ	22

ВСТУП

Перехід міського транспорту на ринкові відносини вимагає підвищення ефективності його роботи, перегляду економічних показників, чіткої організації руху, розвитку й інтенсивного його використання.

У цих умовах перспективними напрямками підвищення ефективності транспорту являються прискорення науково-технічного прогресу при його розробці та проектуванні, впровадження нових технологій, що сприяють подовженню терміну служби експлуатованого рухомого складу, забезпеченню високої надійності та економічності його роботи, високої якості виготовлення й ремонту, скорочення експлуатаційних витрат.

Для вирішення цих актуальних завдань потрібні висококваліфіковані інженерні кадри, здатні не тільки вдосконалювати експлуатацію існуючих транспортних засобів, але й створювати нові, більш економічні та надійні. Тому майбутні фахівці повинні в короткі строки освоювати сучасне електрообладнання транспортних засобів навчитися розуміти взаємодію його елементів й підтримувати необхідний рівень працездатності в експлуатації.

Все це обумовлює актуальність вивчення дисципліни «Проектування та розробка електричного обладнання транспортних засобів».

Дисципліна «Проектування та розробка електричного обладнання транспортних засобів»» відноситься до циклу самостійного вибору вищого навчального закладу за переліком програми для підготовки спеціалістів за спеціальністю «Електричні системи й комплекси транспортних засобів».

1. ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ

Модулів – 1

Змістових модулів (ЗМ) – 3

ЗМ 1.1. Склад електрообладнання рухомої одиниці

Базові навчальні елементи:

- 1.1.1 Класифікація електричного обладнання транспортних засобів з двигунами внутрішнього згоряння та тяговими електричними двигунами.
- 1.1.2 Акумуляторні батареї транспортних засобів.
- 1.1.3 Генераторні установки транспортних засобів.
- 1.1.4 Електричні стартери.
- 1.1.5 Системи запалювання.
- 1.1.6 Пристрої для полегшення пуску ДВЗ при низьких температурах.

ЗМ 1.2 Елементи схем електрообладнання рухомого складу

Базові навчальні елементи:

- 1.2.1 Електропривод допоміжного електрообладнання.
- 1.2.2 Захисна апаратура.
- 1.2.3 Перетворювачі для зарядки акумуляторних батарей та живлення низьковольтних споживачів.
- 1.2.4 Регулятори напруги допоміжних генераторів.
- 1.2.5 Системи освітлення та сигналізації.

ЗМ1.3 Інформаційно – вимірювальні системи.

Базові навчальні елементи:

- 1.3.1 Датчики електричних приладів.
- 1.3.2 Термометри та вимірювачі тиску.
- 1.3.3 Прилади вимірювальних інформаційних систем.
- 1.3.4 Вимірювачі рівня палива та зарядного режиму АБ.
- 1.3.5 Економетри і тахографи.

2. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИВЧЕННЯ РОЗДІЛІВ

Тема 1.1.1 *Класифікація електричного обладнання транспортних засобів з двигунами внутрішнього згоряння та тяговими електричними двигунами*

Звернути увагу на вимоги, які пред'являються до електричного обладнання транспортних засобів та його класифікацію.

Розглянути конструкцію наступних апаратів та позначення на схемах: тягових електричних двигунів різних способів збудження; електромагнітних контакторів та реле; контролерів водія та реостатних контролерів; струмоприймачів; автоматичних вимикачів; різних типів резисторів; котушок індуктивностей; плавких запобіжників; силових блоків імпульсних переривачів.

Звернути увагу на компоновку контакторних панелей та силових блоків імпульсних переривачів їх розміщення на рухомому складі та характеристики різних типів електричних апаратів.

Розглянути принципи роботи та характеристики основних елементів, які використовуються на рухомому складі електричного транспорту: магнітних підсилювачів та безконтактних магнітних реле; трансформаторів постійного струму і напруги; напівпровідникових логічних елементів; реле з магнітокеруємими контактами, різних типів тиристорів та транзисторів.

Тема 1.1.2 *Акумуляторні батареї транспортних засобів*

Акумуляторні батареї (АБ), які застосовуються в системі електроустаткування, є джерелами електричної енергії, що забезпечують живлення споживачів при непрацюючому двигуні внутрішнього згоряння або при недостатній потужності, що розвивається генератором. Тип і конструкція акумуляторної батареї визначаються умовами її розряду в стартерному режимі при пуску двигуна. Оскільки ці режими найбільш важкі (максимальний струм і потужність), автомобільні акумуляторні батареї називаються стартерними.

Звернути увагу на вимоги, які пред'являються до стартерних АБ. Порівняти властивості кислотних акумуляторних батарей і лужних.

Тема 1.1.3 Генераторні установки транспортних засобів

Слід пам'ятати, що система електропостачання призначена для живлення електричною енергією всіх споживачів. Джерелами електричної енергії на рухомому складі є генератор і акумуляторна батарея, включені паралельно один одному.

При працюючому двигуні генератор є основним джерелом електроенергії й забезпечує електропостачання споживачів і заряд акумуляторної батареї. При непрацюючому двигуні функції джерела електроенергії переходять до акумуляторної батареї, що також повинна забезпечувати надійний пуск двигуна.

Автомобільні генератори працюють у режимах змінних частот обертання й навантажень, що змінюються в широких межах. Для автоматичної підтримки напруги генератора на заданому рівні при зміні частоти обертання й навантаження призначено регулятор напруги.

Порівняти конструкцію генераторів постійного та змінного струму. Звернути увагу на характеристики генераторів.

Тема 1.1.4 Електричні стартери

Слід пам'ятати, що у стартерах застосовуються електродвигуни постійного струму. Для аналізу особливостей їхньої роботи в системі пуску необхідно розглянути основні характеристики електродвигунів постійного струму, які підрозділяються на двигуни послідовного, паралельного, змішаного й незалежного збудження. Тип збудження визначається схемою включення обмоток збудження стосовно якірного кола.

Дати визначення електромеханічним характеристикам стартерного електродвигуна та пояснити чому вони мають такий вигляд.

Всі сучасні системи електростартерного пуску мають дистанційне керування стартером. При дистанційному керуванні стартерний електродвигун з'єднується з акумуляторною батареєю за допомогою тягового реле стартера. На автомобілях з дизельними двигунами це робиться за допомогою вимикача стартера, контакти якого розраховані на струм, що споживається тяговим реле.

На автомобілях з карбюраторними двигунами, у яких потужність стартера значно нижче, тягове реле включається через вимикач запалювання. Розглянути схеми включення стартерів.

Тема 1.1.5 Системи запалювання

Розглянути які вимоги пред'являються до систем запалювання. Пояснити принцип дії батарейної класичної системи запалювання, якими основними параметрами вона характеризується та які необхідні елементи для її функціонування.

Дати класифікацію систем запалювання двигунів внутрішнього згорання.

Розглянути схеми контактно - транзисторних та безконтактних систем запалювання з мікропроцесорним керуванням.

Розглянути конструкцію окремих елементів різних типів систем запалювання.

Тема 1.1.6 Пристрої для полегшення пуску ДВЗ при низьких температурах

Встановити чому при низьких температурах навколишнього середовища значно погіршуються пускові якості двигунів внутрішнього згорання.

Розглянути конструкцію свічок накаливання з відкритим нагрівальним елементом та свічок підігріву повітря у впускному трубопроводі.

Розглянути конструкцію елементів та електричну схему включення елементів системи електрофакельного підігріву повітря.

Тема 1.2.1 Електропривод допоміжного електрообладнання

Розглянути конструкції електроприводів та схеми їх керування для склоочисників, склопідйомників, фароочисників, обмивників та вентиляторів.

Звернути увагу на конструкцію основних елементів допоміжних електричних двигунів постійного струму при електромагнітному збудженні та збудженні від постійних магнітів а також способи регулювання частоти обертання якоря.

Тема 1.2.2 Захисна апаратура

Вияснити яким чином виконується захист електрообладнання транспортних засобів від струмів короткого замикання.

Розглянути конструкцію принцип дії та основні характеристики плавких, термобіметалевих запобіжників а також позисторів.

Звернути увагу на те, яким чином виконується вибір основних параметрів перерахованих елементів.

Тема 1.2.3 Перетворювачі для зарядки акумуляторних батарей та живлення низьковольтних споживачів

Слід пам'ятати, що на рухомому складі знайшли застосування електромашинні та статичні перетворювачі для зарядки акумуляторних батарей та живлення низьковольтних споживачів.

Необхідно виконати порівняльний аналіз цих двох типів перетворювачів, з'ясувати їх переваги та недоліки.

Навести приклади схемної реалізації статичних перетворювачів для зарядки акумуляторних батарей з використанням тиристорів та IGBT транзисторів. Звернути увагу при яких частотах працюють ці перетворювачі та яким чином це впливає на їхні габаритні розміри.

Тема 1.2.4 Регулятори напруги допоміжних генераторів

Слід пам'ятати, що на рухомому складі знайшли широке застосування регулятори напруги електромагнітного, електронного й змішаного типів.

З переходом на системи електропостачання з генератором змінного струму регулятори електронного й змішаного типів практично витиснули електромагнітні регулятори, які широко застосовувалися в основному з генераторами постійного струму.

Навести приклади схемної реалізації регуляторів напруги електромагнітного, електронного й змішаного типів.

Вияснити в який спосіб виконується регулювання вихідної напруги генератора при зміні частоти обертання привідного двигуна.

Тема 1.2.5 Системи освітлення та сигналізації

Вияснити яким чином впливають системи освітлення та сигналізації на безпеку руху особливо в темну пору доби.

Встановити, які елементи відносяться до світлових та світлосигнальних приладів та яке маркування мають ці прилади.

Розглянути конструкцію автомобільних світлових приладів а також конструкцію джерел світла, комутаційної апаратури систем освітлення та світлової сигналізації.

Тема 1.3.1 Датчики електричних приладів

Дати визначення електричного датчика, розглянути конструкцію та основні характеристики реостатного датчика, терморезистивного датчика, термобіталевого датчика, датчиків тиску.

Встановити для визначення яких параметрів транспортних засобів використовуються перераховані датчики та їхнє конструктивне виконання.

Тема 1.3.2 Термометри та вимірювачі тиску

Вияснити з якою метою на автомобілях встановлюють показчики температури та яких типів вони бувають.

Розглянути конструкцію сигналізатора температури та вияснити з якою метою їх встановлюють на автомобілях.

Вияснити з якою метою на автомобілях встановлюють показчики тиску та сигналізатори тиску, яких типів вони бувають.

Розглянути конструкцію показчиків тиску та сигналізаторів тиску.

Тема 1.3.3 *Вимірювачі рівня палива та зарядного режиму АБ*

Розглянути конструкцію електромагнітного та магнітоелектричного вимірювачів рівня пального. Вияснити з яких елементів вони складаються та як ці елементи взаємодіють між собою.

Розглянути конструкцію показчиків зарядного режиму акумуляторної батареї.

Тема 1.3.4 *Економетри і тахографи*

Розкрити принцип дії та призначення економетра безпосередньої дії та тахографа. Розглянути конструкцію найпростішого економетра і пояснити яким чином виконується сигналізація про витрати пального.

Вияснити на яких автомобілях встановлюються тахографи з якою метою та які параметри вони фіксують.

3. ЗАВДАННЯ ДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

Розрахунково – графічна робота: «Розрахунок механічних характеристик стартерного двигуна послідовного збудження при різних температурах навколишнього середовища»

Вихідні дані:

Дані для розрахунків десяти варіантів представлені в таблиці 3.1.

Номер порядковий студента в груповому журналі співпадає з варіантом.

Для усіх варіантів приймаються наступні параметри:

Кількість колекторних пластин..... $K = 31$

Кількість пазів в якорі..... 31

Кількість пар полюсів..... $2p = 4$

Тип обмотки.....*хвильова*

Номинальний магнітний потік..... $0,0018\text{Вб}$

Обмотка якоря одновиткова..... $N=2K$

Напруга живлення..... 12В

Таблиця 3.1 – Дані для вибору параметрів стартерного двигуна

$N \text{ п/п}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$P, \text{кВт}$	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
t_1	25	0	0	25	25	25	25	0	0	25
t_2	-18	-30	-18	-30	-18	0	-18	-30	-18	-30

4. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

Електромеханічними характеристиками називається залежність основних параметрів стартерного електродвигуна (напруги, частоти обертання, моменту, ККД, потужності) від струму стартера I_c .

Ці характеристики представлені на рис.4.1.

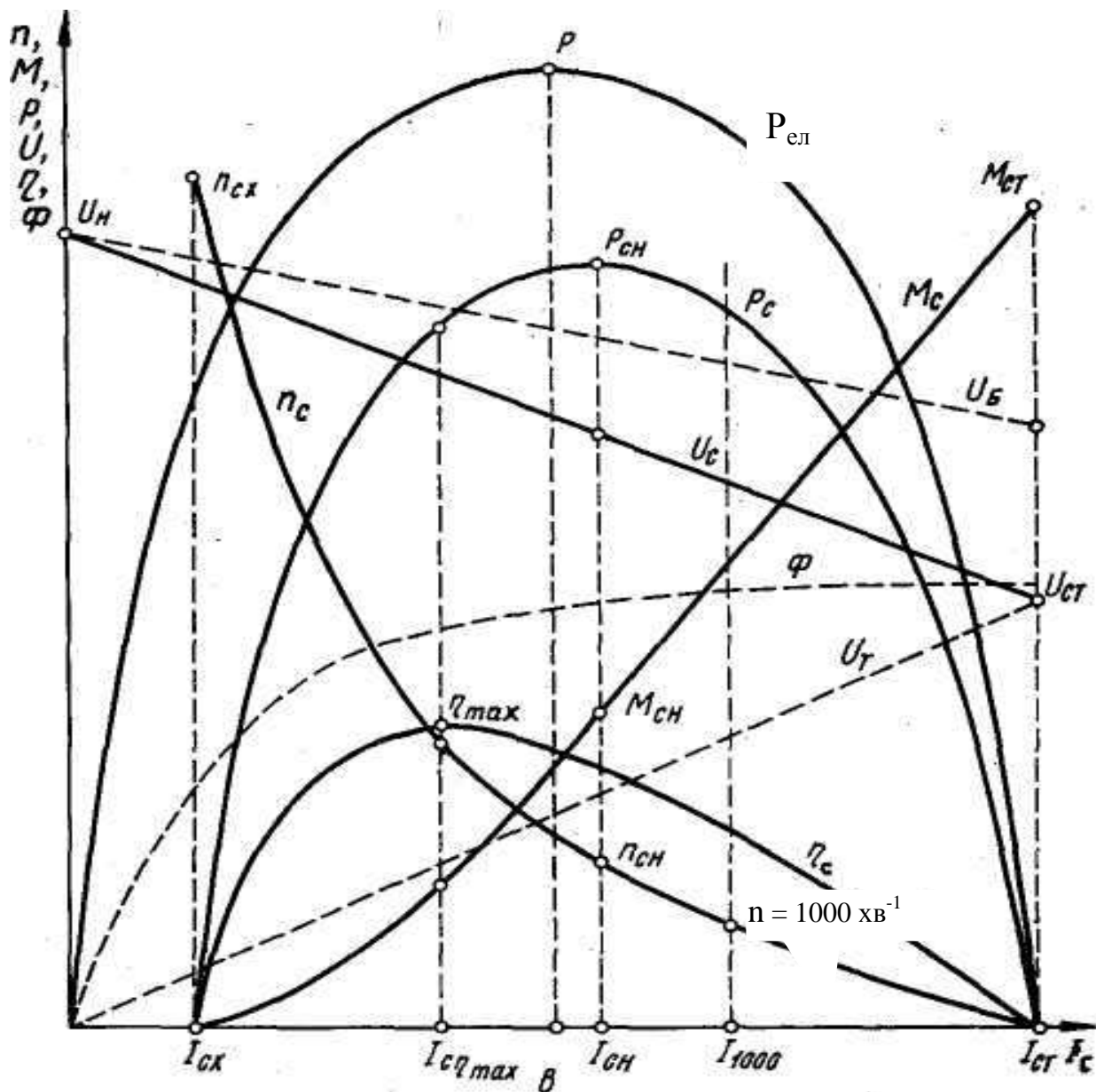


Рис. 4.1 – Електромеханічними характеристиками стартерного електродвигуна

Зручність використання електромеханічних характеристик для аналізу роботи системи електростартерного пуску пояснюється можливістю сполучати їх з вольт-амперними характеристиками акумуляторних батарей.

Принципова електрична схема включення стартера представлена на рис. 4.2, а. На рис. 4.2, б зображені залежності падінь напруг на різних ділянках схеми у функції струму I_c (баланс напруг системи пуску).

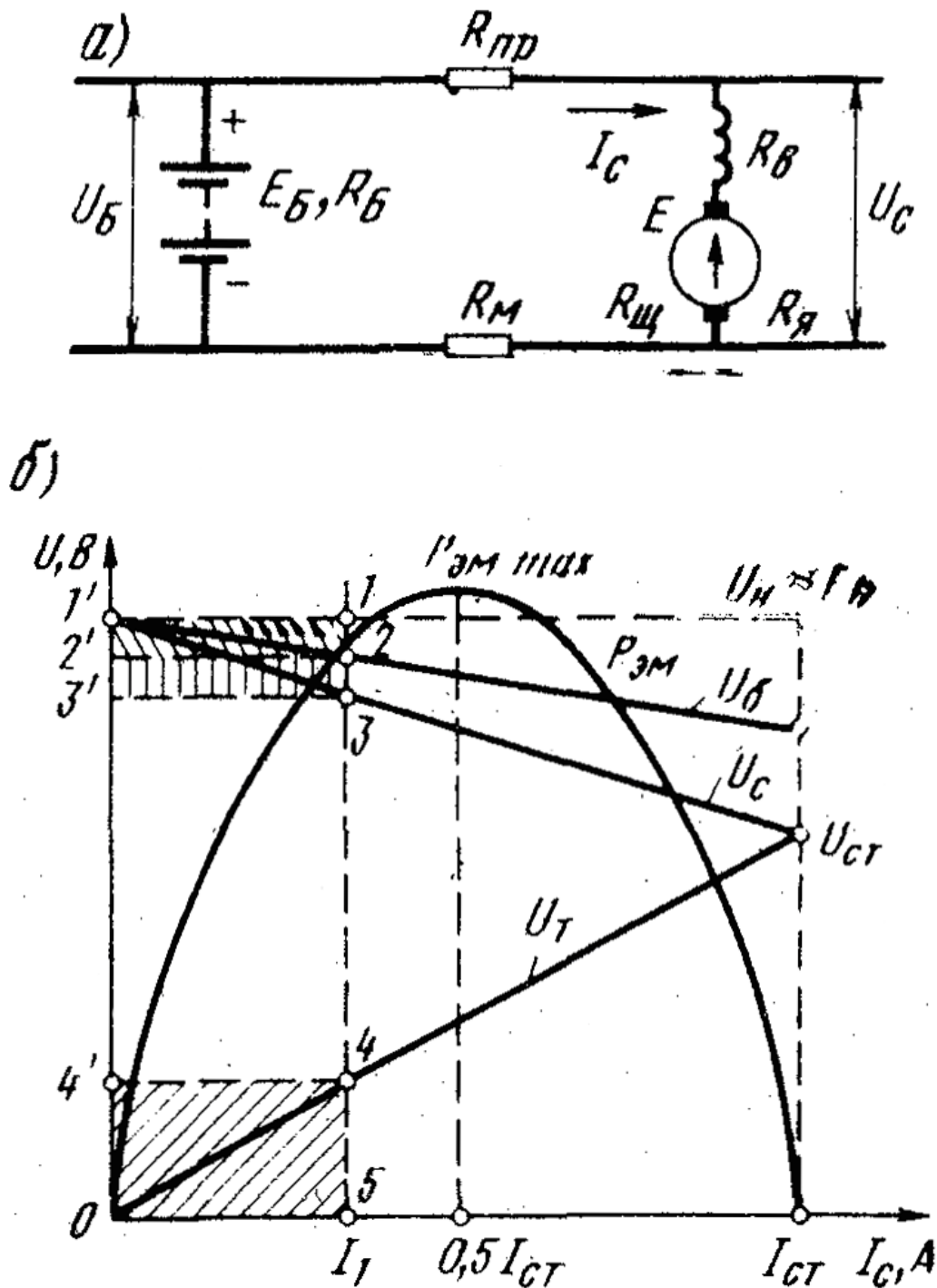


Рис. 4.2 – Принципова електрична схема включення стартера (а) і баланс напруг (б)

Напруга U_c підведена до стартера та менше напруги батареї U_δ на величину його падіння на опорах проводів стартерного кола $R_{np} (\Delta U_{np})$ і «маси» $R_m (\Delta U_m)$. Вони в сумі становлять загальні втрати напруги в стартерному колі від акумуляторної батареї до стартера ΔU_u :

$$\Delta U_u = \Delta U_{np} + \Delta U_m = (R_{np} + R_m)I_c. \quad (4.1)$$

Струм I_c відповідає повністю загальмованому якорю стартера; при цьому частота обертання $n_c=0$. У цьому режимі вся напруга, U_{cm} , підведена до стартера, дорівнює падінню напруги на його внутрішньому опорі

$$R_c = R_\delta + R_\alpha + 2R_{щ}, \quad (4.2)$$

де R_δ — опір обмоток збудження,

R_α — опір обмотки якоря;

$2R_{щ}$ - опір щіток і щіткового контакту.

Опір $R_{щ}$ залежить від частоти обертання, щільності струму під щіткою й матеріалу щіток. На відміну від обмоток стартерного електродвигуна опір $R_{щ}$ є нелінійним. При навантаженнях, у яких працює стартер, падіння напруги під щітками не перевищує 1...2 В й незначно змінюється від сили струму й частоти обертання. У цьому випадку можна прийняти, що падіння напруги на внутрішньому опорі стартера змінюється лінійно від сили струму, споживаного стартером (пряма $U_T(I_c)$ на рис. 4.2, б). Величину U_T називають гальмовою напругою.

Падіння напруги по ділянках кола стартера при деякому робочому струмі I_1 розподіляється в такий спосіб (див. рис. 4.2, б):

1 - 5 - ЕРС батареї E_δ ;

1 - 2 - падіння напруги на внутрішньому опорі батареї $\Delta U_{\delta l} = I_1 R_\delta$;

2 - 3 - падіння напруги в проводах й «масі» ΔU_u ;

3 - 4 - ЕРС стартера, $E_c = C_e n_c \Phi$, де Φ - потік збудження;

4 - 5 - гальмова напруга, $U_T = I_1 \cdot (R_\delta + R_\alpha + 2R_{щ})$.

Втрати потужності на окремих ділянках; кола при струмі I_l пропорційні заштрихованій площі на рис. 4.2, б, тому що площа графіка в координатах напруга - струм є потужністю. Площа 3', 3, 4, 4' відповідає електромагнітній потужності, підведеної до якоря стартера, $P_{em} = EI_c$, що при зміні струму від 0 до I_{ct} змінюється по параболі

$$P_{em} = E_{\phi} I_c - (R_{\phi} + R_y + R_c) I_c^2 \quad (4.3)$$

$$\text{що має корінь } I_{c1} = 0 \text{ і } I_{c2} = T / (R_{\phi} + R_y + R_c) = I_{cn} \quad (4.4)$$

Вираз (4.3) має максимум при

$$I_c = E_{\phi} / (2(R_{\phi} + R_y + R_c)) = 0.5 I_{cn}, \quad (4.5)$$

Крива $P_{em}(I_c)$ зображена на рис. 4.2, б.

Електромеханічні характеристики стартера показані на рис. 4.1. Залежності частоти обертання $n_c(I_c)$ і моменту $M_c(I_c)$ можна розбити на дві ділянки: перша, коли магнітна система стартера не насичена і магнітний потік Φ з ростом струму I_c різко збільшується [до $I_c \leq (0,8 \dots 0,9) I_{cn}$, де I_{cn} — номінальний струм стартера], і друга, коли магнітна система насичена й магнітний потік Φ майже не змінюється [$I_c > (0,8 \dots 0,9) I_{cn}$]. Характеристики $n_c(I_c)$ і $M_c(I_c)$ на другій ділянці мають майже лінійний характер.

Механічна потужність на валу стартера

$$P_c = M_c n_c / 9,55, \quad Bm \quad (4.6)$$

Менша за електромагнітну потужність P_{em} на величину втрат на тертя в підшипниках і щітковому контакті, вентиляційних і магнітних втрат (перемагнічування й вихрові струми). Стартер споживає електричну потужність

$$P_{эл} = I_c U_c, \quad (4.7)$$

перетворюючи її в механічну із ККД

$$\eta = P_c / P_{эл}, \quad (4.8)$$

Максимум ККД електродвигуна стартера не перевищує значень 0,5...0,6. Максимум потужності P_c не збігається з максимумом ККД.

На електромеханічних характеристиках стартера можна виділити наступні режими:

- холостого ходу, з частотою обертання n_{cx} , силою струму I_{cx} ;
- режим при максимумі ККД (характеризується струмом $I_{c\eta \max}$)

номінальний режим при максимумі потужності стартера.

При цьому режимі задають номінальні параметри стартера: потужність P_{cn} , момент M_{cn} , частоту обертання n_{cn} , силу струму I_{cn} .

Напруга на стартері в номінальному режимі не задається, але звичайно вона становить близько 8 В для стартерів на 12 В (приблизно $0,75 U_{\text{бн}}$). У режимі пуску двигуна бажано, щоб стартер працював при струмах від $I_{c\eta \max}$ до I_{cn} ; повного гальмування. Параметри цього режиму — момент повного гальмування M_{ct} і сила струму I_{ct} використовуються як діагностичні для оцінки стану електричних і магнітних ланцюгів стартера.

Стартер розраховується на максимальну потужність при конкретній вольт-амперній характеристиці батареї. Однак в експлуатації режим роботи стартера, або його робоча точка визначається моментом опору двигуна й вольт-амперною характеристикою батареї.

5. ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

1. Знайти значення постійних коефіцієнтів стартерного двигуна

$$C_e = \frac{pN}{60a} - \text{конструктивний коефіцієнт за ЕРС};$$

$$C_m = \frac{pN}{2\pi a} - \text{конструктивний коефіцієнт за моментом}$$

2. В залежності від заданої потужності з використанням рис. 5.1 знайти активний опір обмоток стартерного двигуна. При цьому $\sum R_{ct} = R_m$

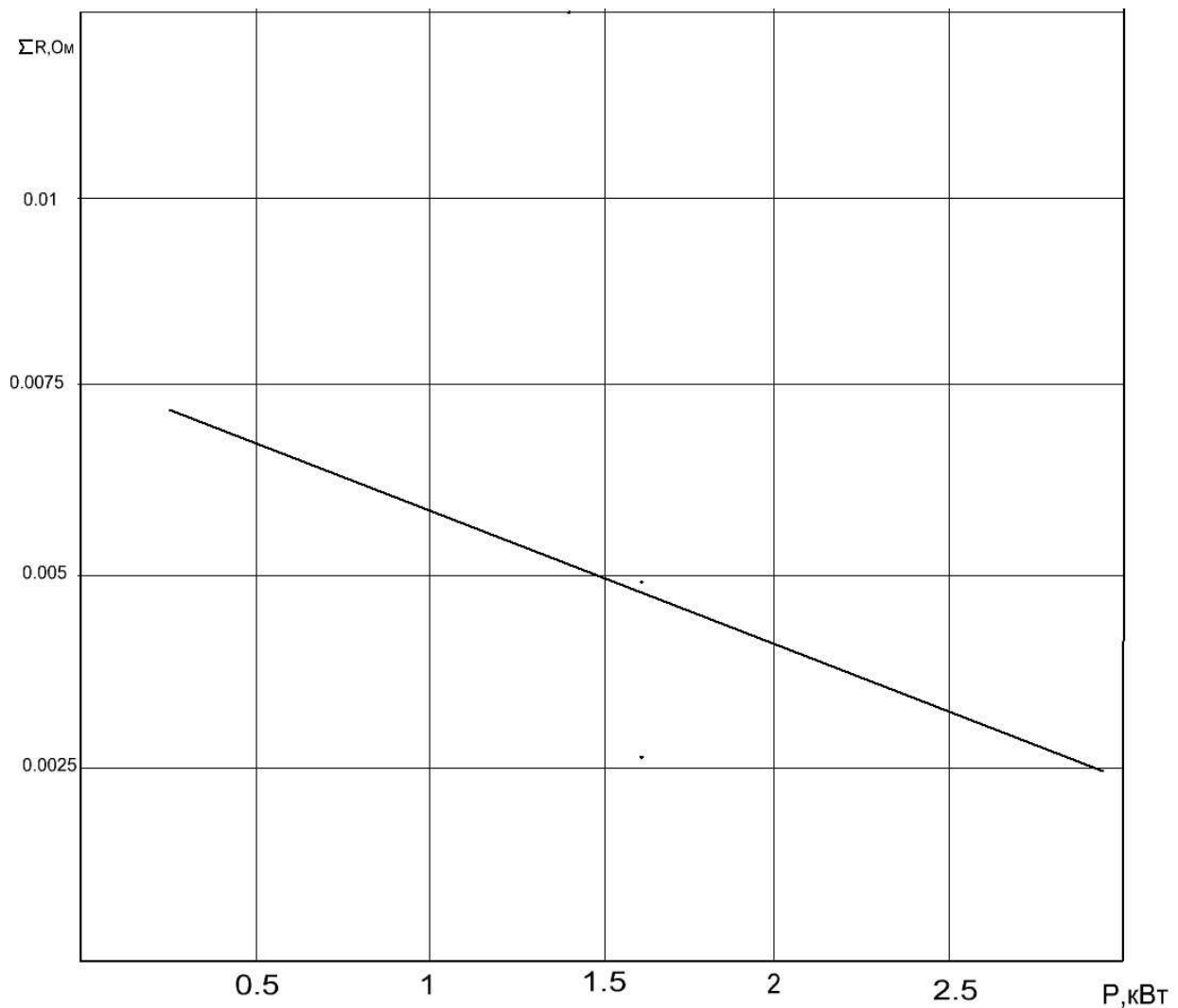


Рис. 5.1 – Залежність активного опору обмоток від потужності стартерного двигуна

3. Прийняти падіння напруги на щитковому контакті $\Delta U_{щ} = 2B$.

4. Знайти номінальний струм якоря та обмотки збудження стартерного двигуна

$$I = \frac{P}{U_H \cdot \eta},$$

де P – потужність стартерного двигуна, Bm ;

$U_H = 10B$ - номінальна напруга;

η - коефіцієнт корисної дії при номінальному струмі.

5. В координатах $U(I)$ побудувати залежності зміни напруги на стартерному двигуні і клемах акумуляторної батареї для заданих температур. Для побудови залежності $U(I)$ на клемах акумуляторної батареї використовувати залежність напруги акумуляторної батареї 6СТ-55А3 від розрядного струму при різних температурах навколишнього середовища, які представлені на рис. 5.2. При цьому необхідно використовувати прямолінійні ділянки цих характеристик.

6. Розраховувати швидкісну характеристику стартерного двигуна з використанням формули:

$$n = \frac{U - I(\sum R_{cm} + R_M)}{C_e \Phi},$$

де I, Φ – значення струму та магнітного потоку стартерного двигуна в залежності від його навантаження. Вони знаходяться в залежності від номінальних параметрів, які наведені в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Значення параметрів стартерного двигуна від струму

Параметри	Струм відносні одиниці							
	0,2	0,5	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0
Φ / Φ_H	0,23	0,68	0,83	1,0	1,1	1,15	1,2	1,22
η	0	0,54	0,56	0,5	0,39	0,26	0,11	0

7. Розрахувати характеристику електромагнітного моменту.

$$M_{\text{ем}} = C_M I_c \Phi$$

8. Знайти корисну потужність на валу стартерного двигуна.

$$P_2 = E_a I_c$$

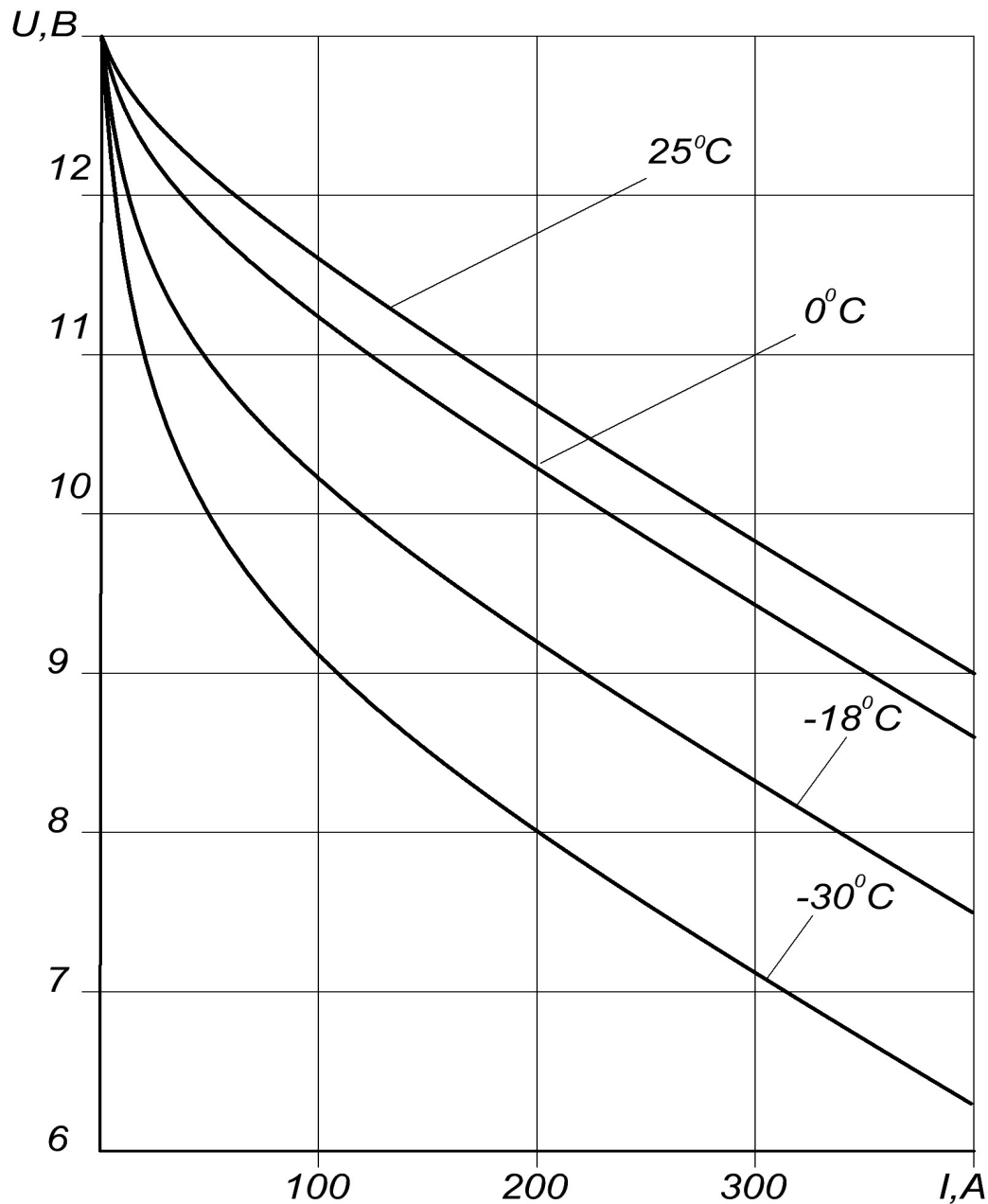


Рис. 5.2 – Залежність напруги акумуляторної батареї 6СТ-55А3 від розрядного струму при різних температурах навколишнього середовища

9. Виконати побудову електромеханічних характеристик стартерного двигуна при різних значеннях температури навколишнього середовища.

10. По даним розрахунків виконати побудову механічних характеристик стартерного двигуна при різних значеннях температури навколишнього середовища.
11. Зробити висновок щодо впливу температури навколишнього середовища на механічні характеристики стартерного двигуна.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Туревский И. С., Соков В. Б., Калинин Ю. Н. Электрооборудование автомобилей. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2005. – 368 с.
2. Роговцев В. Л., Пузанков А. Г., Олдфилд В. Д., Устройство и эксплуатация автотранспортных средств. – М.: Транспорт, 2000.
3. Соснин Д. А. Автотроника. Электрооборудование и системы бортовой автоматики современных легковых автомобилей. – М.: СОЛОН-Р, 2001.
4. Стуканов В. А. Основы теории автомобильных двигателей и автомобиля. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2004.
5. Стуканов В. А., Леонтьева К. Н. Устройство автомобилей. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2006. – 496 с.
6. Александров К. К. и др. Электрические черчения и схемы. Энергоатомиздат, 1990.
7. Максимов А. Н. Городской электротранспорт: троллейбус. – М.: Академия, 2004. – 256 с.
8. Троллейбусы: Устройство и техническое обслуживание. Под. ред. Н. В. Богдана. – Минск: ТАМРАСАТ, 1997. – 254 с.
9. Гаврилов Я. И., Мнацаканов В. А. Вагоны метрополитена с импульсными преобразователями. – М.: Транспорт, 1986. – 230 с.
10. Тихменев Б. Н., Трахтман Л. М. Подвижной состав электрифицированных железных дорог. – М.: Транспорт, 1980. – 471 с.

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Методичні вказівки
до виконання самостійної роботи студентів,
практичних занять та
виконання розрахунково-графічної роботи
з дисципліни

«ПРОЕКТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ»

*(для студентів 4 курсу всіх форм навчання
напряму підготовки 6.050702 «Електромеханіка» спеціальності
«Електричні системи і комплекси транспортних засобів»)*

Укладачі **АНДРІЙЧЕНКО** Володимир Павлович,
ЗАКУРДАЙ Світлана Олександрівна

Відповідальний за випуск *Ю. В. Мінєєва*

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання *І. В. Волосожарова*

План 2011, поз. 168М

Підп. до друку 15.12.2011 р.	Формат 60×84/16
Друк на ризографі.	Ум. друк. арк. 1,0
Зам. №	Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:
Харківська національна академія міського господарства,
вул. Революції, 12, Харків, 61002
Електронна адреса: rectorat@ksame.kharkov.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 4064 від 12.05.2011 р.